

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

Diplomová práce

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

Zhodnocení vlivu výroby cementu na životní prostředí

Environmental Impact Analyses of Cement Products

diplomová práce

Autor:

Daniela Pacanovská

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jana Kodymová, Ph.D.

Ostrava 2010

Zadání

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámená s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo

- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3)

- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO

- s VŠB - TUO, bylo sjednáno, že v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona

- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do výše jejich nákladů)

V Ostravě 15. 04.2010

.....

Daniela Pacanovská

Hutnícka 5

052 01 Spišská Nová Ves

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce Ing. Jany Kodymové Ph.D. a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis

Touto cestou bych ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce Ing. Janě Kodymové Ph.D., za cenné rady a za odborné vedení při vypracovávání daného tématu, ale také během studia na VŠB-TUO. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Jozefovi Šutarovi za poskytnutí všech potřebných odborných informací týkajících se společnosti Považská cementáren, Ladce a.s. A v neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům za podporu a trpělivost během mého celého studia.

Jméno

Daniela Pacanovská

Název práce

Hodnocení vlivu výroby cementu na životní prostředí.

Abstrakt

Tato diplomová práce zpracovává problematiku výroby cementu a vliv výroby na životní prostředí v konkrétním podniku. Porovnávány jsou získané hodnoty z let 2006 a 2008. V práci jsou použity postupy, které se využívají v studiích LCA a byl použit i softwarový program SimaPro, který je určený na studie životního cyklu výrobku (procesu). Metoda LCA (její historie, postup a využití) je podrobněji popsána v práci a jsou zde uvedeny výsledky dopadů, které spočetl použitý program. Vyhodnocení výsledků dopadů jsou interpretovány v závěru.

Klíčová slova

Cement, Výroba cementu, LCA, SimaPro, vyhodnocení dopadů

Name

Daniela Pacanovská

Title work

Assessment of the cement development impact on environment.

Abstract

This diploma thesis processes the problems of cement production and its influence on the environment in a concrete company. The values, gained during the years 2006 and 2008, are compared. In this work, the techniques, which are applied in the LCA studies and also the software application SimaPro, which is intended to the studies of product life cycle (process) were used. The LCA method (its history, progress and usage) is described within this work in a detail and all impact results, calculated by used application, are reported here. The evaluation of impact results is interpreted in the conclusion.

Key words

cement, cement production, LCA, SimaPro, impacts evaluation.

Obsah

1. ÚVOD.....	- 11 -
2. CÍL PRÁCE.....	- 12 -
3. POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU PRODUKTŮ.....	- 13 -
3.1 Historie LCA	- 13 -
3.2 Standardizace studií LCA	- 14 -
3.3 LCA v praxi.....	- 15 -
3.4 LCA a její budoucnost.....	- 19 -
4. SOFTWARE.....	- 20 -
4.1 Program SimaPro	- 20 -
5. PŘIBLÍŽENÍ PODNIKU A POSTUPŮ VÝROBY CEMENTU	- 22 -
5.1 HISTORIE PODNIKU.....	- 22 -
5.2 ODPADY V PODNIKU.....	- 23 -
5.2.1 Spalování odpadů.....	- 23 -
5.2.2 Spalování opotřebovaných pneumatik	- 24 -
5.2.3 Spalování masokostní moučky	- 25 -
5.2.4 Tuhá alternativní paliva	- 27 -
5.3 VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH PALIV V PODNIKU	- 28 -
6. POSTUP VÝROBY CEMENTU.....	- 31 -
6.1 Postup výroby cementu podle BREF-u.....	- 33 -
7. HODNOCENÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU CEMENTU.....	- 35 -
7.1 Stanovení cíle.....	- 35 -
7.2 Předmět.....	- 35 -
7.3 Rozsah, hranice systému	- 35 -
7.4 Funkční jednotka	- 36 -

7.5 Inventarizační analýza životního cyklu cementu	- 36 -
7.5.1 Inventarizační tabulky.....	- 36 -
7.5.2 Indikátor kategorie dopadu	- 38 -
7.5.3 Charakterizační modely	- 39 -
7.6 Princip hodnocení dopadů životního cyklu	- 39 -
7.6.1 Charakterizace	- 40 -
7.6.2 Normalizace	- 42 -
7.6.3 Vážení (weighting)	- 44 -
7.6.4 Významnost jednotlivých procesů (single score)	- 47 -
8. INTERPRETACE VÝSLEDKŮ.....	- 50 -
9. ZÁVĚR.....	- 51 -
10. POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA.....	- 52 -
11. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	- 54 -
12. SEZNAM GRAFŮ.....	- 55 -
13. SEZNAM TABULEK.....	- 56 -
14. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	- 57 -

1. ÚVOD

V dnešní době se klade velký důraz na snížení negativního vlivu na životní prostředí v důsledku snížení jeho kvality. Jedním z hlavních faktorů, které to ovlivňují je kromě vývoje vědy, techniky i lidská činnost. Proto se stále více zpřísňují legislativní předpisy a normy, aby mělo toto ovlivňování co nejmenší nárůst.

Průmysl je v této technické době neodmyslitelnou součástí života a každý jeden z nás ho jistým způsobem využívá každodenně. Všichni lidé chtějí důstojně žít a k tomu například patří i důstojné bydlení, které by bez využívání přírodních zdrojů nebylo možné. Právě proto, jsem se v mojí práci zaměřila na jednu z hlavních surovin, využívanou ve stavebním průmyslu jakou je cement a jeho vlivem na životní prostředí během jeho výroby a zpracování. Podnik, z kterého jsem čerpala informace, patří na Slovensku mezi největší výrobce a prodejce tohoto materiálu a i to byl důvod, proč jsem se na něho zaměřila. Na zhodnocení výsledného dopadu jsem využila metodu LCA a softwarový program SimaPro.

2. CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je posoudit vliv těžby a zpracovávání cementu na životní prostředí. Konkrétně byla vybrána společnost Považská cementáreň, Ladce a. s.. Úkolem je stanovit cíl a rozsah studie, provést inventarizační analýzu, zhodnotit dopady na životní prostředí pomocí softwarového nástroje a porovnání získaných hodnot v jednotlivých letech.

3. Posuzování životního cyklu produktů

Metoda LCA je metoda analytická, jedná se o hodnocení environmentálních dopadů technologií, výrobků, služeb, lidských zdrojů všeobecně. Metoda hodnotí dopady během celého životního cyklu, teda od získávání materiálu potřebných na výrobu, přes vlivy působící během užívání výrobku až po jeho likvidaci, opětovného užití nebo recyklaci materiálu, ze kterých je výrobek zhotoven. Hodnocení je založeno na posouzení vlivu energetických a materiálových toků.

Environmentální dopady se vyjadřují pomocí tzv. kategorií dopadu. Příkladem kategorie dopadu může být globální oteplování. Jde o specifický problém spojení s lidskou činností a jejím vlivem na ŽP. Metoda posuzování životního cyklu je podchycena v standardech a to konkrétně v normách řady ČSN EN ISO 14040.

3.1 Historie LCA

V roce 1969 si firma Coca-Cola objednala studii Ressource and Environmental Profile Analysis (REPA), která byla první porovnávací retrospektivní metodou nazývanou proto-LCA, která byla realizována v Midwest Research Institute (MRI).

V 70. letech byl zaznamenán vzrůst zájmu o studie LCA i přesto, že v té době byla energetická i ropná krize. Tenhle zájem pokračoval i v letech 80. a proto bylo potřebné tuhle metodu sjednotit. Po setkání různých průmyslných, výzkumných společností a vědeckých ústavů na různých workshopech se v roce 1990 společnosti sjednotili a poprvé byla metoda „od kolébky do hrobu“ nazvaná LCA. Následující 3 roky vzrůstal zájem odborníků o LCA.

Metoda byla využívána jak v USA, tak v Evropě a proto bylo zapotřebí její standardizování. Na tom se začalo pracovat v 1993. Proces byl nastartován workshopem v Sesimbře, kde byl přijat klíčový dokument A Code of Practice. Metoda LCA procházela zpočátku výrazným rozvojem. V současnosti jsou již její základní metodické postupy fixovány a vytvářejí se jednotlivé databázové přístupy, společná databázová rozhraní, referenční databáze apod. [3]

Roku 1995 nastal zlom, kdy při memorandum nizozemského ministerstva ŽP byl poprvé uznán systém environmentálního posouzení produktů. LTC (life cycle thinking – uvažování v životních cyklech) je zahrnuté v koncepci životního cyklu. LTC je definováno zodpovědností za environmentální dopady všech účastníků užití produktu nebo služeb v každé fázi jeho životního cyklu. Každý uživatel produktu je v stejné míře zodpovědný za dopady na ŽP spojené s výrobou, užíváním i jeho likvidací. Mezi aspekty, které patří k LCT, zaradujeme také rozšířenu zodpovědnost výrobců za dopady spojené s užitím výrobků. Environmentálním programem OSN byla tato koncepce přijata. Významným počinem pro uvedení metody LCA do praxe bylo založení Evropské platformy pro LCA (European Platform on LCA) při Evropské komisi. [3]

3.2 Standardizace studií LCA

Společnost SETAC (Společnost pro environmentální toxikologii a chemii - Society for Environmental Toxicology and Chemistry) vydala publikace Guidelines for life Cycle Assessment. Tahle metodika se stala základem pro tvorbu mezinárodních norem řady ISO 14 000. V české legislativě je metodika posuzování životního cyklu výrobku zpracována ve formách:

ČSN EN ISO 14040: Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova,

ČSN EN ISO 14041: Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Stanovení cíle a rozsahu a inventarizační analýza,

ČSN EN ISO 14042: Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Hodnocení dopadů

ČSN EN ISO 14043: Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Interpretace

Tyto normy platili do roku 2006, kdy byly nahrazeny novými standardy a to ČSN EN ISO 14040 která byla přepracována z původní verze, také norma ČSN EN ISO 14044 byla ucelena a nahradila původní ČSN EN ISO 14041-3.

3.3 LCA v praxi

Posuzování životního cyklu (Life Cycle Assessment – dále jen LCA) se zabývá environmentálními dopady produktových systémů ve vztahu k očekávané funkci výrobku či služby, s ohledem na celý jejich životní cyklus, tzv. od kolébky do hrobu. Uvažovány jsou emise do všech složek životního prostředí během výroby, užívání i odstraňování produktu. Zahrnovány jsou rovněž přídatky procesů získávání surovin, výroby materiálů a energie, pomocných procesů, či subprocessů.

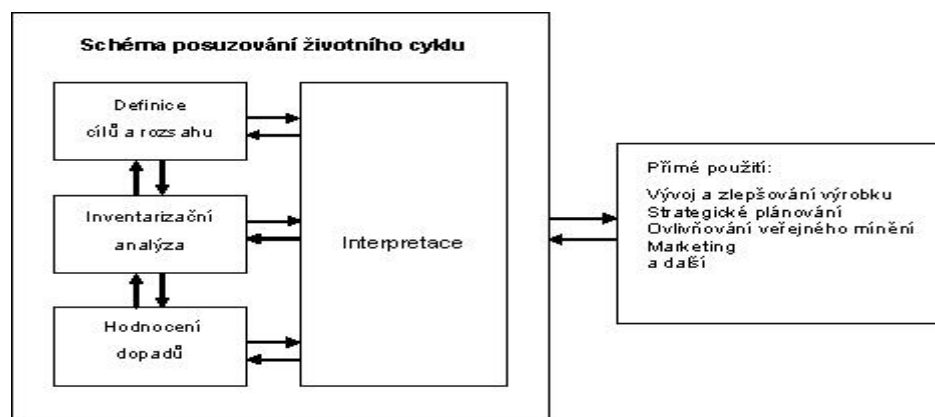
Metoda LCA má pevně danou strukturu a provádí se dle mezinárodních norem řady ISO 14040. Pro efektivní zpracovávání LCA studií se používají komerčně dostupné databáze procesů i materiálůvých a energetických toků.

Metoda LCA je jedním z nejdůležitějších informačních nástrojů environmentálně orientované výrobkové politiky. Ve smyslu ČSN EN ISO 14040 lze metodu LCA definovat jako shromažďování a vyhodnocování vstupů, výstupů a možných dopadů na životní prostředí výrobkového systému během celého životního cyklu. [4]

Metoda LCA má dle normy ČSN EN ISO 14040 čtyři fáze a to:

- a) fázi stanovení cíle a rozsahu,
- b) fázi inventarizační analýzy,
- c) fázi posuzování dopadů
- d) fázi interpretace.

Vztahy mezi jednotlivými fázemi vidíme v následujícím obrázku:



Obr. č. 1 Schéma posuzování životního cyklu podle normy ČSN EN ISO 14040

Fáze č.1) Definice cílů a rozsahu –

V první fázi LCA musí být jasně definováno, co a jak bude posuzováno. Jedná se především o jasnou specifikaci posuzovaného produktu a jeho funkce. To, jak bude funkce produktu specifikována a jak bude kvalifikována, určuje tzv. funkční jednotka. V této fázi LCA je třeba rovněž určit referenční tok představující množství produktu, které je potřebné k naplnění funkční jednotky.

Při porovnávání environmentálních dopadů dvou a více produktů vzájemně je právě určení referenčního toku tím nástrojem, pomocí kterého srovnáváme srovnatelné. Komplexnost studie LCA určují hranice systému. Součástí fáze definice cílů a rozsahu je rovněž specifikace studie LCA jako takové, tedy komu bude určena, k čemu bude sloužit apod. [3]

Fáze č.2) Inventarizační analýzy –

Tato fáze LCA slouží ke zjištění a vyčíslení všech materiálových a energetických toků vstupujících do životního cyklu produktu a především těch, které jej opouštějí a působí v životním prostředí. Součástí inventarizace je sběr dat. Jedná se o zjišťování informací o jednotlivých procesech životního cyklu produktu, o energetické a materiálové náročnosti všech zúčastněných procesů.

Výstupem z inventarizační analýzy je soubor dat shrnující materiálové toky vstupující a vystupující přes hranice produktového systému. Jedná se o informace, jaké množství jakých látek se dostávají během celého životního cyklu produktu do životního prostředí ve formě různých emisí a jaká množství přírodních surovin byla spotřebována.

Tento soubor dat nazýváme ekovektorem produktu a bývá prezentován v tzv. inventarizačních tabulkách. [3]

Fáze č.3) Posuzování dopadů –

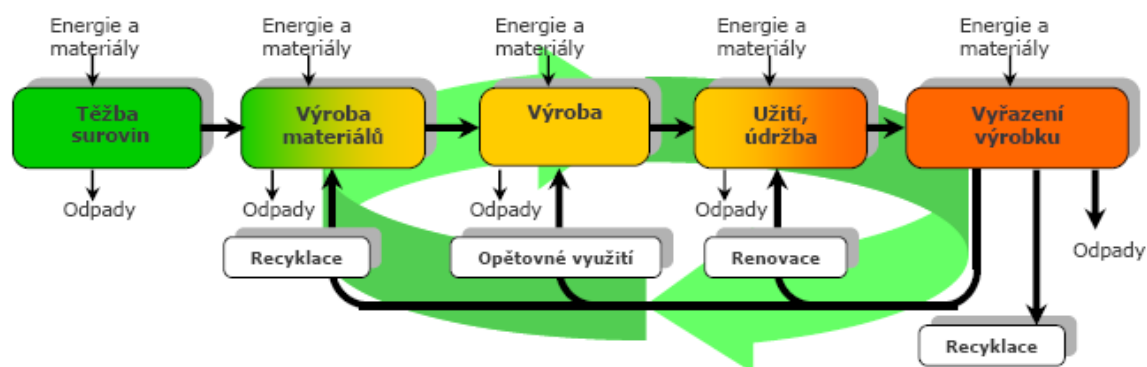
Do této části patří určení celkového negativního vlivu na životní prostředí. Jde o zhodnocení kvalitativních a kvantitativních negativních efektů. Podle normy ISO 14040 se třetí fáze skládá z 3 kroků: klasifikace, charakterizace a vyhodnocení.

Klasifikace spočívá v roztřídění všech negativních vlivů uvedených v inventarizační matici do kategorie podle jejich působení na životní prostředí. Klasifikačním hlediskem pro emise, jsou pak efekty druhého řádu, jež tyto látky vyvolávají. Efekty druhého řádu se dělí podle působení na globální (skleníkový efekt, narušování ozonové vrstvy, atd.), regionální (acidifikace, eutrofizace, atd.) a lokální (akutní toxické působení na člověka, kontaminace půd, atd.)

Charakterizace je posuzování negativního dopadu na životní prostředí z kvantitativního hlediska. Výsledkem je tzv. standardizovaný profil výrobku, který se často znázorňuje ve formě sloupcových grafů, v nichž každý sloupec odpovídá určitému vlivu na životní prostředí.[5]

Fáze č.4) Interpretace –

Jedná se o celkovou prezentaci zjištěných poznatků tzv. významné zjištění. Důležité v této fázi je zachování přehlednosti postupu s možností okamžité reakci v případě nových okolností ovlivňujících dosavadní poznatky.



Obr. č.2 Schéma životního cyklu výrobku a jeho fáze [6]

Provádění LCA může být náročné jak na čas, tak na množství a dostupnost vstupních dat. V závislosti na míře detailního zpracování může být obtížné získat vstupní data o potřebné kvalitě. Je zřejmé, že vstupní data zásadním způsobem ovlivňují konečné výsledky. Je tudíž vhodné na začátku zvážit, zda bude přínos provedení studie LCA vzhledem k její časové a finanční náročnosti odpovídající. [3]

Metodu LCA lze uplatnit v následujících aplikacích:

- strategické plánování a rozhodování
- vývoj produktů (ekodesign)
- porovnávání alternativ za účelem rozhodování při investování
- ekoznačení
- politika a předpisy. [4]

Použití metody LCA může ve výrazné míře pomoci při:

- hledání nejvýhodnějších životních cyklů, tj. těch, které mají minimální negativní vliv na životní prostředí
- přijímání rozhodnutí v průmyslové sféře, vládních nebo nevládních organizacích, které určují směr a priority při strategickém plánování, designu, nebo změně designu výrobků nebo procesů
- výběru důležitých ukazovatelů environmentálního chování organizace včetně technik jejich měření a posuzování, hlavně v souvislosti s hodnocením stavu jejího environmentálního zlepšování
- marketingu ve vazbě na formulování environmentálního prohlášení nebo ekoznačení (v deklaraci přijaté na konferenci Eco-labelling for a Sustainable Future, Berlin, 1998, bylo přijato doporučení používat metodu LCA v ekolabelingových programech hlavně z důvodu, že je tak možné co nejlépe odhalit příčiny negativních vlivů na životní prostředí a jejich odstraněním je možné zvýšit účinnost a preventivní působení ekolabelingových programů. [4])

3.4 LCA a její budoucnost

Metoda LCA má velkou budoucnost, neboť je právem považována za jeden z nejdůležitějších nástrojů na dosažení udržitelného rozvoje a za hlavní nástroj nově se formující integrované produktové politiky. Za tím účelem se stále dál intenzivně rozvíjí, především se určují další kategorie dopadu a stanovují parametry potřebné pro výpočty negativních vlivů. Zpřesňují, sjednocují a zdokonalují se aplikační postupy. Řeší se problémy se sběrem a zpracováváním obrovského množství dat.

Lze předpokládat, že s rozvojem metody LCA se budou zpřesňovat a zlevňovat její databáze a příslušné software, takže celková efektivnost aplikace metody se bude rychle zvyšovat. Pravděpodobně budou brzy bezplatně k dispozici průměrné výsledky LCA pro některé materiály. [7]

4. Software

Bez využití specializovaného komerčního softwaru je vypracování studie velmi náročné. Prvním problémem je inventarizační analýza. Zpracovatel má za úkol shromáždit všechny vstupy a výstupy z životního cyklu produktu. Jednodušší je to u procesů, kde nám může poskytnout potřebné údaje přímo výrobce nebo zadavatel studie. Existují tady ale i procesy, které probíhají v pozadí. Pokud nevyužijeme některou z databází, budeme mít zřejmě nedostatek informací o těchto procesech. Další omezení nastává při hodnocení dopadů. Podle normy ISO je nutné uvést výsledky nejen ve formě jednoho ukazatele (např. ekoindikátoru), ale i výsledky před převedením na tento ukazatel. To by bez použití softwaru nebylo možné.

Pro snadnější sestavení studie LCA bylo vyvinuto několik programů: GaBi, Bousted, SimaPro. Používají se pro modelaci životního cyklu produktu a disponují databázemi procesů a materiálů (je možno zadávat i vlastní procesy a materiály). Z prvků vybraných z těchto databází program sestaví inventarizační analýzu a následně provede hodnocení dopadů v případě potřeby i přepoččet na jediný výstupní parametr. [9]

4.1 Program SimaPro

SimaPro je softwarem určeným k modelování životního cyklu. Jedná se o software společnosti Pré consultants, která se vývojem LCA zabývá již od roku 1990. Kromě vývoje tohoto softwaru se zabývá vývojem nejširší metodiky LCA a to ECO-INDICATOR 99. [11]

LCA software slouží k modelování produktového systému, který se skládá z jednotlivých procesů. Software čerpá data z databází, sloužících k získání dat, které jsou již v praxi ohodnoceny. Jedná se například o výrobu elektrické energie, či těžbu uhlí nebo ropy. Na základě našich a databázových dat software sestavuje inventarizaci a na jejím základě vypočítává dopady.[3] Dopady jsou počítány pomocí metodik LCA. K výpočtu dopadů používá SimaPro metodiky:

1. CML 2 baseline 2000
2. CML 2001

3. ECO-indicator 99
4. Ekological scarcity 2006
5. EDIP 2003
6. EDIP 2007
7. EPS 2000
8. IMPACT 2002+

V dnešní době je využívání různých softwarových programů a databází nevyhnutelnou součástí pře zjednodušení práce. Nevýhodou je jednoznačně jejich cena, která je častokrát velmi vysoká a pro využití je nutná pravidelná aktualizace a rozšiřování databází.

5. Přiblížení podniku a postupů výroby cementu

5.1 Historie podniku

V roce 1889 na území Slovenska začala výstavba první cementárny na výrobu portlandského cementu. Stavba byla realizována v městě Ladce a obchodní název podniku byl „Ledeczer Portland – Zement fabrik des Adolf von Schenk – Ledecz“. Od roku 1895 továrna zaměstnávala lidi z blízkého okolí a počet zaměstnanců se vyšplhal na 500. Od roku 1908 byly pokusy o automatizaci výroby v Schneiderový šachtovce, které pokračovaly do roku 1920. V roce 1911 se novým majitelem stala Žilinská účastinná společnost na výrobu cementu a vápna „Zsolnauer Zement und Kalkfabrik – Akciengesellschaft“

Roku 1926 přišla instalace automatických šachtových pecí podle systému Hauenschild a v roce 1933 začátek výroby hlinitanového cementu pod názvem „Bauxit“. Značný pokles výroby a změna majitele (majitelem se stala Maďarská všeobecná úvěrová banka) přišla v letech 1939 – 1943. Následně v roce 1950 přišla další změna majitele, tentokrát se jím staly Slovenské cementárne a vápenky, n. p. Cementáreň Ladce. Od roku 1963 se změnila koncepce a přešlo se ze šachtových pecí na rotační a o 3 roky později byl zmodernizovaný závod uvedený do provozu. Významnými roky byly 1971 a 1977 kdy došlo k významnému překročení výroby a to nejprve 400 000 tun a následně 600 000 tun cementu za rok. S rokem 1982 přišlo spalování opotřebovaných pneumatik a v roce 1986 se vyřešil nejslabší článek výroby, kterým bylo lomové hospodářství (výstavba cest). Po privatizaci se rozhodujícím vlastníkem stal Portlandcement, a. s. Ladce – zaměstnanecká společnost a přistoupilo se na výrobu betonových směsí.

Po dalších organizačních změnách a změně struktury vedení došlo v roce 2000 k schválení „Investičního generelu“ šlo o rozsáhlé přestavby a modernizace cementárny s cílem dalšího růstu výkonnosti, následoval začátek rekonstrukce výměníku RP (rekonstrukce pokračovala postupnými kroky do roku 2008). V roce 2001 přišla realizace investiční úlohy „Výstavba uhelného hospodářství“ a v roce 2002 se přešlo na spalování masokostní moučky, později se začala uplatňovat technologie Biotrix. Překročení hranice 700 tis. tun cementu za rok a s tím spojená rekordní výroba a prodej přišlo roku 2003. Po tomto roku se přistoupilo na zvýšení kapacity mletí cementu a balírny, vybudování linky na spalování tuhých alternativních paliv, přišlo další překročení dosavadních maxim a

hranice se zvýšila na 800 000 tun za rok. Svoji činností si podnik vysloužil udělení významného Evropského patentu za „Způsob výroby bezchromového cementu“ technologií vyvinutou společností Považská cementáreň, a. s. Ladce; S rokem 2006 přišlo překročení maxima na 900 000 tun cementu za rok, pokračovala modernizace rotační pece a došlo k významnému nárůstu využití alternativních paliv v celkové spotřebě (tento podíl i nadále rostl v dalších letech). V roce 2007 byla realizovaná investiční úloha “Válcový cementový mlýn CM 2“ a další rok se hodnota rekordního milníku 1 000 000 tun cementu za rok přehoupla přes tuto hranici.

5.2 Odpady v podniku

5.2.1 Spalování odpadů

Energetické a materiálové velmi výhodné zhodnocení anorganické složky odpadů představuje spalování odpadů v cementářské rotační peci.

Výhodami takového spalování odpadů jsou:

- dokonalá vysokoteplotní destrukce v oxidační atmosféře zabezpečená vysokou teplotou spalování při výpalu slínku,
- spalované substráty zůstávají v zónách s vysokými teplotami dostatečně dlouhou dobu,
- šetří ušlechtilé paliva a využívá tepelný obsah organických substrátů,
- nevznikají toxické spaliny,
- okamžité vázání vzniklého popela do páleného slínku ze spalování všech organických substrátů,
- vysoká turbulence plynných proudů,
- možnost automatického řízení procesu spalování a tím zvýšení organizace práce.

Poněvadž se jedná o ekologickou, ekonomickou, bezodpadovou, hygienickou a hospodárnou likvidaci odpadu s maximálním zúročením její energetické i materiálové složky, s nižší produkcí emisí, přispívá toto zpracování organických odpadů v cementářských rotačních pecích k trvale udržitelnému rozvoji (TUR).



Obr. č.3 Spalovací zařízení, interní dokumentace podniku

Celkově tento způsob nakládání s odpadem napomáhá k prosperitě cementárny, či už snižováním nákladů, udržením konkurenceschopnosti podniku (ale i SR s jinými zeměmi), zvýšením zaměstnanosti v regionu v svislosti s přípravou a zpracováním alternativních paliv z odpadu.

5.2.2 Spalování opotřebovaných pneumatik

Považská cementáreň, a. s., Ladce začala od roku 1983 spalovat ve svojí rotační peci gumový odpad a opotřebované pneumatiky.



Obr. č.4 Použité pneumatiky využívaná při spalování, interní dokumentace

Dlouhodobou zkušeností se ukázalo, že až 10% ušlechtilého paliva je možno nahradit touto nepotřebnou surovinou a existuje i další potenciál dalších úspor.

Považská cementáreň, a. s., Ladce tímto způsobem dokáže za rok zneškodnit až 10 000 tun gumového odpadu a pneumatik. Výsledky spalování se dokázalo, že tento způsob zneškodňování odpadu je zvládnutý a nemá negativní dopad na kvalitu produkce ani na životní prostředí.



Obr. č.5 Použité pneumatiky využívané při spalování, interní dokumentace

5.2.3 Spalování masokostní moučky

Jako první slovenská cementárna se Považská cementáreň, a. s., Ladce aktivně postavila k zamezení šíření BSE v Slovenské republice. Už v letech 2001 – 2002 byly zjištěné velmi významné skutečnosti při zkušebním provozu spalování masokostních mouček, které potvrdily, že bezpečnou, ekologickou, bezodpadovou a hospodárnou likvidaci stabilizovaných rizikových materiálů živočišného původu z kafilérií zabezpečuje cementářská rotační pec. Na základě této analýzy Považská cementáreň, a.s. vyvinula úplně novou ekotechnologii BIOTRIX v které jde o podstatně vyšší zhodnocení odpadů s dalším snížením emisí CO₂.



Obr. č.6 Pohled na část spalovacího zařízení, interní dokumentace

Technologie BIOTRIX se opírá o tři pilíře:

- vysokoteplotní destrukce v plameni,
- nový způsob kontroly kvality slínku na bázi bezodpadové vazby popela do slínku s potlačením inhibičního účinku fosforu na vlastnosti cementářského slínku,
- veřejná kontrola emisí NO_x, CO a TZL.

BIOTRIX je ukázkou sladění výsledků vlastního výzkumu, když realizované inovace přispěly k inteligentnímu řešení celospolečenské problematiky s globálním ekologickým a ekonomickým efektem. BIOTRIX je skvěle využitelná i pro jiné bioodpady.[1]



Obr. č.7 Pohled na část spalovacího zařízení, interní dokumentace

V roce 2003 bylo Považskej cementárni a.s., Ladce udělené čestné uznání předsedkyně Úřadu průmyslového vlastnictví SR za mimořádně hodnotné průmyslově právně chráněné technické řešení, za „Způsob likvidace upravených organických odpadů spalováním v cementářských rotačních pecích“. A Zlatou plaketou byla oceněná ekotechnologie BIOTRIX na 14. veletrhu energetické efektivity a racionalizace využití energie RACIOENERGIA 2004.

5.2.4 Tuhá alternativní paliva

V roce 2005 přibyli k dosavadním alternativním palivům i tuhé. (TAP). Jde o upravený odpad z dřeva, papíru, textilu a plastů, který se spaluje při vysokých teplotách v rotační peci. Využívá se kalorická hodnota odpadu, kterého tak využijí cementárny a zabrání se jeho devastacím účinkům na životní prostředí (ŽP). Využívání TAP se bude zvyšovat v cementárně až na úroveň technologického limitu, který je pro zpracovávání přijatelný.

Technologie zvyšování objemu likvidace odpadů je připravená postupovat do takové míry, aby byl zajištěný ekonomický, ale i celospolečenský přínos. Změnou legislativy SR se podporuje využívání alternativních zdrojů energie a omezování skládkování cenných surovin. TAP však musí splnit kvalitativní kritéria, přesně tak jako běžné certifikované palivo.



Obr. č.8 Pohled na část areálu podniku, interní dokumentace

Celková energetická spotřeba je z 30 % pokryta právě alternativními palivy, příslušné úřady ochrany ŽP kontrolují jejich spalování a dodržování norem platných v EU. Považská cementárna, a. s. výrazně přispěla k snížení emisí oxidu uhličitého i prašnosti v ovzduší změnou přístupu a zvýšeným zaměřením na ekologii.

5.3 Využití alternativních paliv v podniku

K celospolečenským problémům současnosti a hlavním environmentálním problémům zařazujeme změny klimatu způsobené oteplováním zemské atmosféry a hromadění odpadů. Skleníkový efekt je způsobený skleníkovými plyny jako N_2O , fluorované uhlovodíky, SF_6 , CO_2 , a obzvláště CH_4 , který se ve velkém množství tvoří a uvolňuje při rozkladu organických látek uložených či už na skládkách komunálního anebo průmyslového odpadu.

Mezi největší producenty oxidu uhličitého patří energetika (elektrárny, hlavně tepelné, teplárny, vytápění domácností), průmyslová činnost, výroba oceli, metalurgický průmysl, hutnictví, výroba stavebních pojiv (cement a vápno), skla a keramiky, doprava. Z hlediska objemu emisí CO_2 k produkování nežádoucích emisí přispívá i cementářský

průmysl. Množství z výroby cementů tvoří cca 7 % z celkových emisí CO_2 a z výroby železa a oceli je to cca 10 %, nejvíce přispívá výroba energie a tepla a to až 50 %. Energeticky velmi náročným procesem vysokoteplotního výpalu je výroba stavebních poživ, na produkci v kterých se používají přírodní uhličitany (ve velké míře se využívají fosilní paliva).



Obr. č.9 Výměník, interní dokumentace

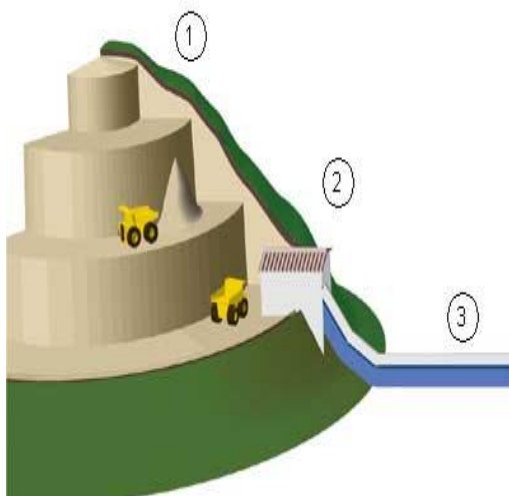
Zavedením Kjótského protokolu v EU, ale i jiných státech, se zamezuje růst emisí skleníkových plynů, hlavně CO_2 a je snaha o dosažení jejich poklesu.

Využitím alternativních paliv, alternativních surovin a vhodných odpadů na výrobu cementů je možnost jak řešit globální environmentální celospolečenské problémy. Odpady s vysokým energetickým obsahem jsou vhodná alternativní paliva a mohou nahradit přírodní neobnovitelná paliva jakými jsou paliva fosilní. Jejich náhradou dochází i k snížení produkce emisí CO_2 vznikajících právě spalováním těchto fosilních paliv. Využíváním odpadů s obsahem biomasy se produkce emisí zastaví a toto využívání je podpořené i legislativně a to směrnicí EU 2001/77/EC. V cementářství se jako alternativní suroviny využívají odpady, které jsou produkovány v jiném průmyslu. Nejčastěji se jedná o materiál jako struska, železité přísady, popílký, chemosádrovec, energosádrovec a jiné.



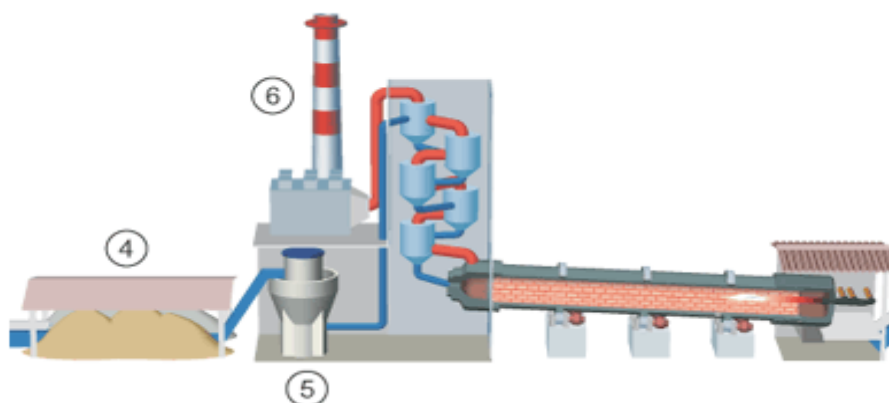
Obr. č.10 Pohled na část areálu podniku, interní dokumentace

6. Postup výroby cementu



Obr. č.11,12 Postup těžby materiálu[8]

- 1) Lom – tvoří ho patra , která jsou oddělena terasami. Pevná skála je odstřelována menšími explozemi, které rozpojí pevnou část skály.
- 2) Drtič – velké kusy odstřeleného kamene jsou vlivem drtiče rozdrobovány na menší
- 3) Dopravník – pomocí demprů je z lomu dopravován materiál blíž k závodu, kde je následně pomocí transportních dopravníků rozvážen na další zpracování.

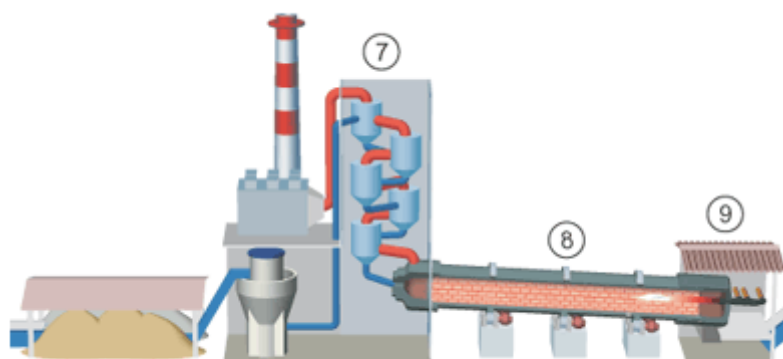


Obr. č.13 Schéma zpracování materiálu na cement[8]

- 4) Homogenizační skládka – Materiál je připraven na zpracování (mletí a tepelné zpracování) až po homogenizačním uložení a opětovným odebráním z vrstvených skládek.
- 5) Surovinový mlýn – V kulovém trubnatém mlýnu je surovinová drť mleta mechanickým oběhem meliva. Do homogenizačního sila je polotovar přepravován

vzduchem až poté, co je těžkými válci, upevněnými na rotačním stole, rozemlet na dostatečně jemný materiál.

6) Filtř - spaliny vzniknuté v peci jsou čištěny pomocí elektrofiltrů na bázi tkanin či plstí. Abychom snížili energetickou náročnost výroby, využijeme teplotu splodin pro sušení suroviny.

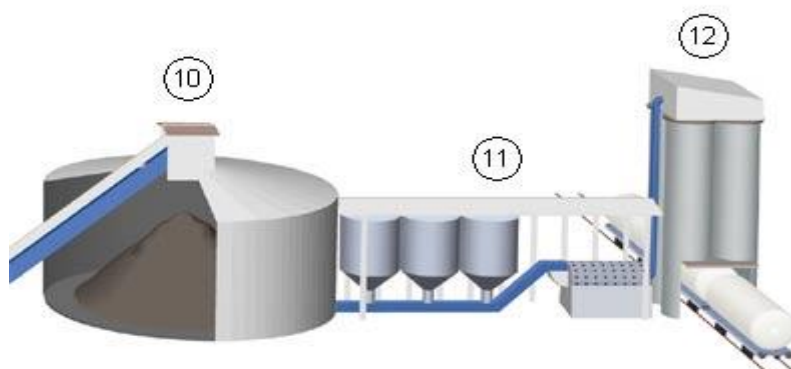


Obr. č.14 Schéma zpracování materiálu na cement[8]

7) Výměník - výměník (protiproudý šachtový) umožňuje předeřhřát surovinu pro výrobu cementu před vstupem do pece. To snižuje energetickou náročnost pece, protože materiál je z 20-40% vypálen již na vstupu do pece.

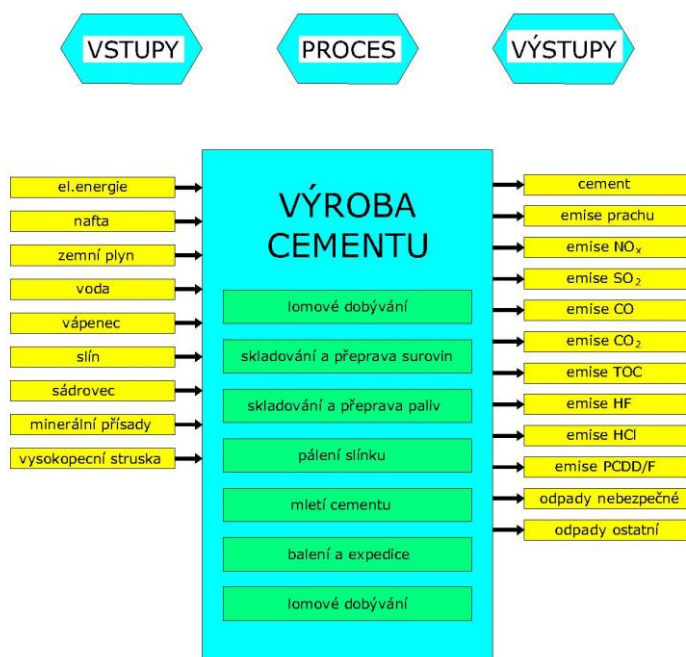
8) Pec - pec je projektována pro maximalizaci efektivity přenosu teploty z hořícího paliva do suroviny.

9) Chladič - roztavený cementový slínek je pak co nejrychleji zchlazen. Vzduch použitý na ochlazení je nahnán do pece pro podporu spalovacího procesu - napomáhá vysokému využití vyrobeného tepla.



Obr. č.15 Schéma zpracování materiálu na cement[8]

- 10) Slínkové silo – Slínek, což je základní výrobní surovina pro výrobu cementu, může být skladován v silech. Může být rozemlet na cement přímo v závodě, nebo vcelku přepraven do jiného závodu.
- 11) Mlýnice cementu – Slínek je spolu s přírodním / syntetickým sádrovcem při konečném mletí drcen. V průběhu tohoto procesu mohou být zapracovány do finálního cementového prášku i další materiály jako struska, popílek či jiné pucolánové materiály.
- 12) Logistika – K zákazníkovi je dopravován až hotový výrobek vlakem nebo jiným vhodným dopravním prostředkem. Cement je dodáván balený nebo v pytlích s různou hmotností. [8]



Obr. č.16 Grafický souhrn vstupů a výstupů

6.1 Postup výroby cementu podle BREF-u

Základní chemická reakce při výrobě cementu začíná rozkladem uhličitanu vápenatého (CaCO_3) při zhruba 900 °C, tím se uvolňuje oxid vápenatý (CaO , vápno) a uniká plynný oxid uhličitý (CO_2), tento proces je znám jako kalcinace. Poté následuje

proces slinování, při kterém oxid vápenatý při vysoké teplotě (obvykle 1400 – 1500 °C) reaguje s oxidem křemičitým, hlinitým a železitým na křemičitany, hlinitany a železitany vápníku, které vytvářejí slínek. Ten se potom drtí nebo mele spolu se sádrovcem a jinými aditivami, čímž vzniká cement.

Existují 4 hlavní postupy výroby cementu:

- 1) Suchý proces: surovina se mele a suší na surovinovou moučku v podobě sypkého prášku. Suchá surovinová moučka se přivádí do pece s výměníkem nebo s předkalcinací, nebo méně často do dlouhé suché pece.
- 2) Polosuchý proces: suchá surovinová moučka se granuluje s vodou a přivádí do roštového předehřívače před pecí nebo do dlouhé pece vybavené řetězy.
- 3) Polomokrý proces: nejprve se ze surovinového kalu ve filtračních lisech odstraňuje voda. Z filtračního koláče se vytlačují granule a ty se přivádějí buď do roštového předehřívače, nebo přímo do sušičky filtračního koláče na výrobu moučky.
- 4) Mokrý proces: suroviny (často s vysokým obsahem vlhkosti) se melou ve vodě na čerpatelný kal. Ten se dopravuje buď přímo do pece nebo nejprve do sušičky kalu.

Výběr procesu je do značné míry určován stavem surovin (suché nebo mokré). Velká část světové výroby slínku je ještě založena na mokrému procesu. Avšak v Evropě se díky dostupnosti suchých surovin víc než 70 % výroby realizuje suchým procesem. Mokré procesy jsou energeticky náročnější, a tedy dražší. U provozů s polosuchým procesem se předpokládá přechod na suché technologie, jakmile bude vyžadováno rozšíření nebo podstatné zdokonalení. Provozy s polomokrým nebo mokrým procesem mají obvykle přístup pouze k mokrým surovinám, jak je tomu v Dánsku a v Belgii a do určité míry v Británii. [10]

Všem procesům jsou společné následující podprocesy:

- dobývání surovin
- skladování a příprava surovin
- skladování a příprava paliv
- pálení slínku
- mletí a skladování cementu
- balení a expedice [10]

7. Hodnocení životního cyklu cementu

Dle normy 14040 je před zahájením práce potřebné určit kritéria a požadavky na studii LCA a to konkrétně cíl, předmět, rozsah a funkční jednotku.

7.1 Stanovení cíle

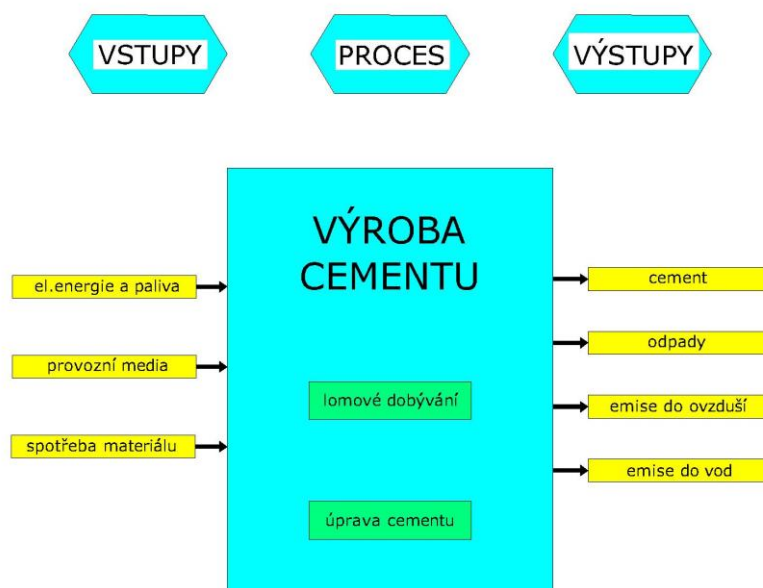
Cílem této analýzy bude určit vliv výroby cementu na životní prostředí. Zpracováván bude vliv během výroby po distribuci ze závodu za roky 2006 a 2008.

7.2 Předmět

Hlavním předmětem diplomové práce je výroba cementu. Výrobcem je společnost Považská cementáreň, Ladce a.s. Jedná se o společnost větší velikosti, která zaměstnává 380 zaměstnanců. Jejich produkce cementu každým rokem stoupá. V práci jsou zpracovávány hodnoty z let 2006 a 2008, kdy bylo vyprodukováno 906500 a 1037500 tun cementu.

7.3 Rozsah, hranice systému

Zhodnocení životního cyklu je provedeno v etapách těžby a výroby cementu, tedy od kolébky po bránu.



Obr. č.17 Grafický souhrn vstupů a výstupů

7.4 Funkční jednotka

Na to, aby bylo možné provádět porovnání systému, musí být vhodně definována funkční jednotka. Hodnoty, které se týkají vstupů a výstupů jsou uvedeny v soustavě SI (zkratka z francouzského Le Système International d'Unités).

Tabulka 1 - Přehled použitých jednotek

Látky	Jednotky	Absolutní hodnoty
Pevné	kg	1000 kg
Plynné	kg	1000 m ³
Kapalné	l	1000 m ³
Emise	g	1000 kg

Surovinová i energetická spotřeba, taktéž výsledné negativní vlivy jsou v práci vztažena na 1 kg vyrobeného cementu. Jednotky u jednotlivých etap jsou použity v závislosti na charakteru spotřeby.

7.5 Inventarizační analýza životního cyklu cementu

V práci jsou zpracovávány informace z primárních zdrojů a to přímo ze společnosti Považská cementáren, a. s., Ladce, kde nebylo možno zjistit určité hodnoty, byli použité sekundární zdroje (dokumenty BREFF a dostupné databáze).

Všechny suroviny použité v diplomové práci jsou vyjádřené v základních jednotkách, aby bylo možné vytvoření inventarizační analýzy a následně inventarizační matice, která je v přílohách diplomové práce.

7.5.1 Inventarizační tabulky

Cílem inventarizace je poskytnout souhrn všech elementárních toků, tedy materiálů a energií, které vstupují a vystupují přes hranice produktového systému do okolního

životního prostředí. Jedná se o určení ekovektoru produktu, jehož hodnota je vztažena k funkční jednotce posuzovaného produktu. [3]

Sběr dat potřebných pro sestavení studie LCA je komplikován situací, že prakticky nikdy nemůže být zpracovatel LCA studie expertem na všechny procesy ve studii obsažené, a tudíž nemůže mít přístup ke všem potřebným datům. Vedle informací z výroby jsou pro sestavení LCA studie potřebná i spotřebitelská data, tedy informace, jak s produktem nakládá spotřebitel. [3]

Výstupem z inventarizace je inventarizační tabulka shrnující množství do produktového systému vstupujících a z produktového systému vystupujících materiálových a energetických toků. Informuje nás o množství spotřebovaných surovin a do prostředí vypouštěných látek. [3]

Tabulka 2 - Inventarizační tabulka

		Množství za rok		Jednotky
		2006	2008	
Spotřeba energií a paliv	spotřeba el.energie	109,854	124,88	mil.KWh
	spotřeba nafty	1207	1612	m ³
	spotřeba benzínu	-	-	
	spotřeba zem.plynu	263000	294000	m ³
	těžký topný olej	-	-	
Spotřeba provozních médií	spotřeba vzduchu	-	-	
	spotřeba vody z oblastního zdroje	232210	203800	m ³
Spotřeba materiálu (sušiny)	vápenec	957640	1074930	t
	jíl	-	-	
	břidlice	-	-	
	slín	118360	132770	t
	sádrovec, anhydrit	55000	58000	t
	minerální přísady	5100	6700	t
	vysokopecní struska	218000	224000	t
	prach	181,1	171	t
Emise do ovzduší	NO _x	1000	1045,5	t
	SO ₂	7,5	7,8	t
	CO	2006	1968,4	t
	CO ₂	564000	630000	t
	TOC	22	20,3	t
	HF	0,72	0,04	t
	HCl	0,36	5,63	t
	PCDD/F	7,5	8	g
	H ₂ O	-	-	

	O ₂	-	-	
	kovy	250	200	kg
Emise do vod	kaly	-	-	
Odpady	nebezpečné	10	10	t
	směsné	63	63	t
	papír	0	0	t
	plast	0	0	t
	sklo	-	-	
	ostatní	1800	1800	t

Inventarizační matice výroby cementu z let 2006 a 2008 jsou uvedeny v příloze diplomové práci.

Cílem posuzování dopadu životního cyklu je měřitelně porovnat environmentální dopady produktových systémů a vzájemně srovnat jejich závažnost pomocí nových kvantifikovatelných veličin označených jako kategorie dopadu. [3]

Při vzájemném posuzování environmentálních dopadů různých produktů zjišťujeme, že různé produkty jsou složeny z rozdílných materiálů a na jejich produktových systémech se podílejí rozdílné procesy, technologie. Důsledkem toho jsou výrobou či užíváním produktů spotřebovávány jiné suroviny a také jsou eliminovány jiné elementární toky mající environmentální dopady rozdílné podstaty. [3]

Každá kategorie dopadu je způsobována určitou skupinou elementárních toků, obvykle určitou skupinou látek. Elementární tok vystupující z produktového systému vstupuje do životního prostředí a začíná určitým způsobem působit. Posloupností dějů vyvolané elementárním tokem a končící pozorovanými účinky říkáme dopadový řetězec.[3]

7.5.2 Indikátor kategorie dopadu

Indikátory kategorií dopadu rozdělujeme na:

- midpointový indikátor
- endpointový indikátor

V případě, že pro hodnocení škodlivosti daného elementárního toku neuvažujeme jeho osud v životním prostředí (biodegradace, sorpce, zředění...), ale hodnotíme jeho potenciální škodlivost na základě jeho chemicko-fyzikálních či biologických vlastností, hodnotíme míru zasažení dané kategorie dopadu na midpointové úrovni. Midpointový indikátor kategorie dopadu slouží jako měřítko škodlivých vlastností elementárních toků, tedy potenciačních schopností tuto kategorii dopadu zapříčiňovat. [3]

Přítomnost určitého elementárního toku v prostředí může následně vyvolávat různé typy nepříznivých účinků. Chemicko-fyzikální děje zapříčiněné elementárním tokem obvykle na sebe navazují v řetězci jednotlivých kroků vedoucích až ke konkrétnímu pozorovatelnému poškození prostředí, ke konečnému měřitelnému účinku – endpoint. Endpointový indikátor kategorie dopadu je měřitelná či vyčíslitelná hodnota určitého jevu, který byl v prostředí vyvolán přítomností elementárního toku. [3]

7.5.3 Charakterizační modely

Midpointové charakterizační modely jsou založeny na hodnocení midpointů, tedy neměřitelných vlastností látek představujících elementární toky. Tyto charakterizační modely sice nevyčíslují reální škody v prostředí a jejich výsledky se hůře interpretují na reální prostředí, mají však robustnější přírodovědný základ. Jedná se o charakterizační modely založené na co možná nejexaktněji měřitelných vlastnostech elementárních toků. Tyto charakterizační modely vyjadřují míru působení elementárních toků dle určité společné vlastnosti, jež je určující pro jejich působení na danou kategorii dopadu. [3]

Endpointové charakterizační modely se snaží vyčíslit vztah mezi elementárním tokem a konečným projevem poškození životního prostředí. Používají k tomu endpointové indikátory kategorií dopadu. Míra poškozování kategorií dopadu se v endpointových charakterizačních modelech vyjadřuje podle konkrétního pozorovatelného poškození prostředí. Environmenální mechanismus slouží za základ těchto metod je založen buď na přírodním základě, nebo může být vyjádřen pomocí ekonomické hodnoty. [3]

7.6 Princip hodnocení dopadů životního cyklu

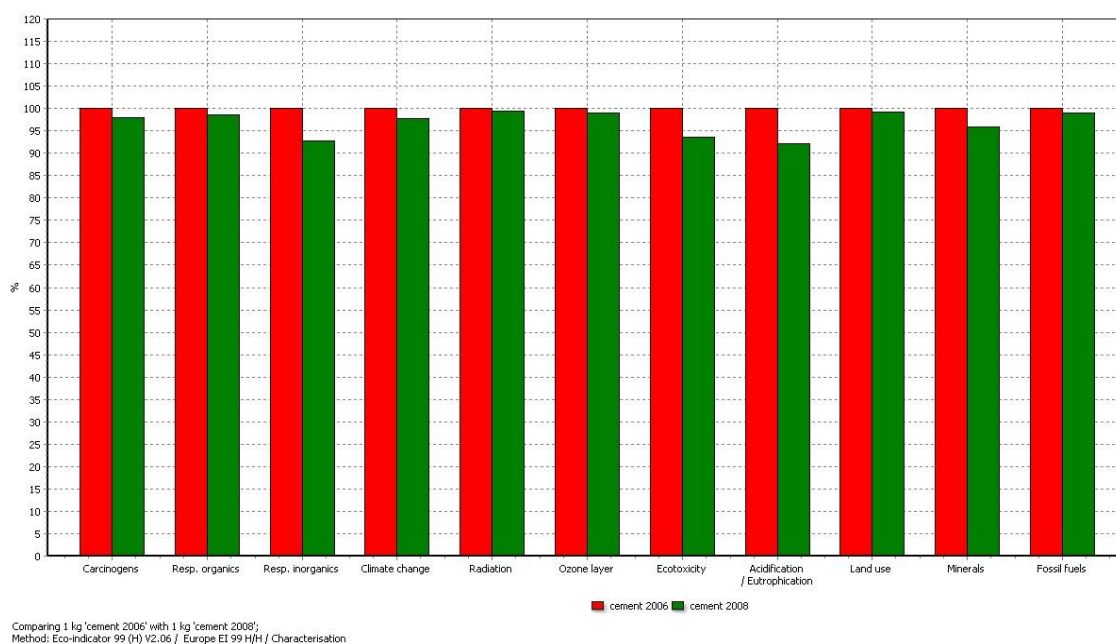
Prvním krokem hodnocení dopadů životního cyklu je klasifikace, tedy přiřazení všech elementárních toků obsažených v ekovektoru produktového systému jednotlivým kategoriím dopadu. Po klasifikaci následuje charakterizace. Jedná se o vyčíslení míry, jak silně se dané elementární toky podílejí na rozvoji té které kategorie dopadu. Míru zásahu všech elementárních toků do určité kategorie dopadu vyčíslujeme jako výsledek indikátoru kategorie dopadu. Dále je to normalizace, jde o převádění výsledků indikátorů kategorií dopadu na bezrozměrná čísla, obvykle vyjádřením, jako podíl z celkové škody v dané kategorii dopadu způsobené celosvětově či regionálně představuje námi posuzovaný systém. Jedná se tedy o vzájemné srovnávání významnosti zásahů do různých kategorií dopadu. V případě potřeby vyjádřit zásahy do kategorií dopadů pomocí dalších

hodnotových hledisek, například ekonomicky či s ohledem na plánované emisní limity v budoucnosti, se provádí tzv. vážení výsledků indikátorů kategorií dopadu.[3]

7.6.1 Charakterizace

Provádí vyčíslení velikosti dopadů elementárních toků na kategorie dopadu. Aby bylo možné vyjádřit příspěvky jednotlivých elementárních toků na kategorie dopadu, je zapotřebí pro každou kategorii zvolit takovou veličinu, kterou se velikost poškození bude vyjadřovat. Touto kvantifikovatelnou veličinou, která je schopna vyjádřit změny v kategorii dopadu, je nám již známý indikátor kategorie dopadu. Přepočet elementárního toku, jenž se vyjadřuje zpravidla hmotnostně, na jednotku indikátoru kategorie dopadu. [3]

Graf 1 – Dopady životního cyklu do jednotlivých kategorií dopadu

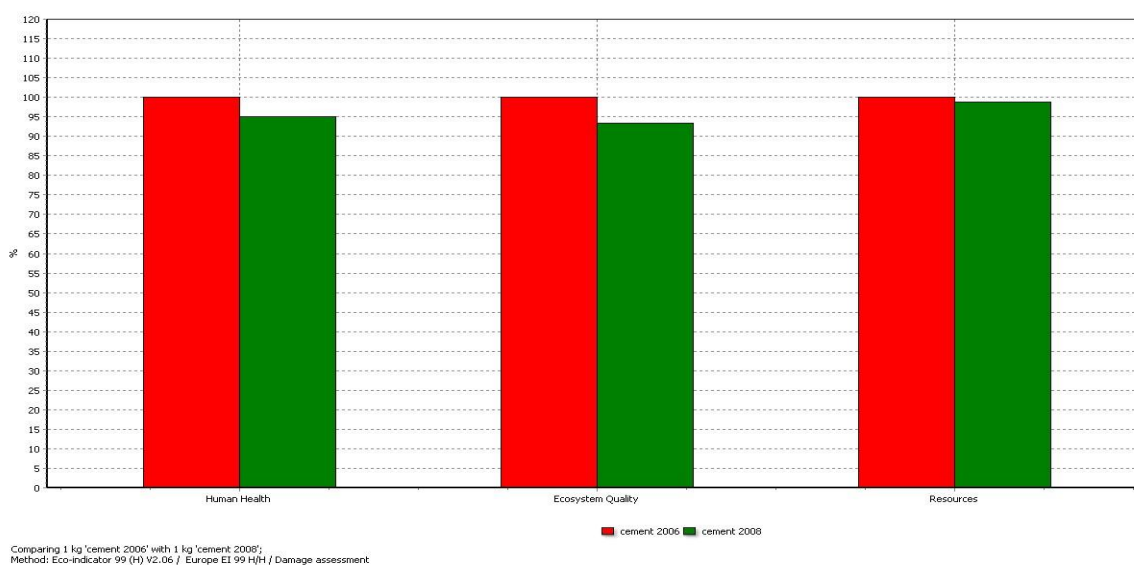


Tabulka 3 – Zdrojové data pro graf dopadů

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Karcinogenita	DALY	5,42471E-09	5,51707E-06
Resp. nemoci org.	DALY	1,71761E-11	1,72951E-08
Resp. nemoci anorg.	DALY	1,72092E-07	0,000185361
Změny klimatu	DALY	1,46442E-07	0,000149743

Ionizační záření	DALY	1,70193E-09	1,71269E-06
Úbytek stratosf.ozónu	DALY	8,52447E-12	8,57744E-09
Ekotocicita	PAF*m2yr	0,003830815	4,06390213
Acidifikace/ Eutrofizace	PDF*m2yr	0,009867474	10,70947243
Zábor půdy	PDF*m2yr	0,002105982	2,119301838
Minerální zdroje	MJ surplus	2,23585E-06	0,002250422
Fosilní paliva	MJ surplus	0,02652632	26,75223625

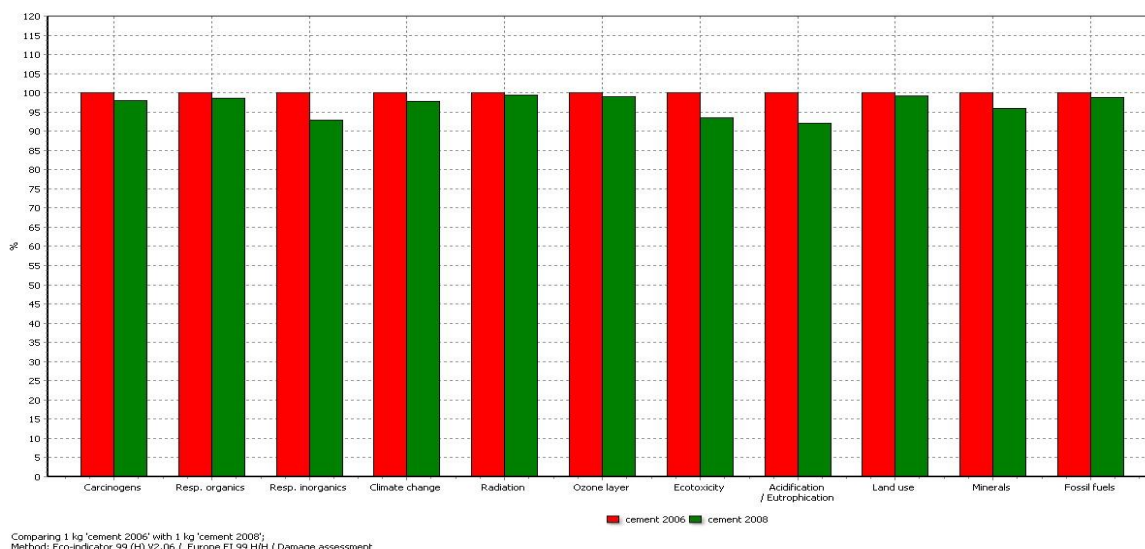
Graf 2 – Dopady životního cyklu do jednotlivých kategorií dopadu endpointů



Tabulka 4 - Zdrojové data pro graf dopadů endpointů

Kategorie dopadu	Jednotka	cement 2008	cement 2006
Lidské zdravý	DALY	3,25687E-07	0,000342359
Kvalita ekosystému	PDF*m2yr	0,012356537	13,23516448
Zdroje	MJ surplus	0,026528555	26,75448667

Graf 3 – Dopady životního cyklu do jednotlivých kategorií dopadu midpointů



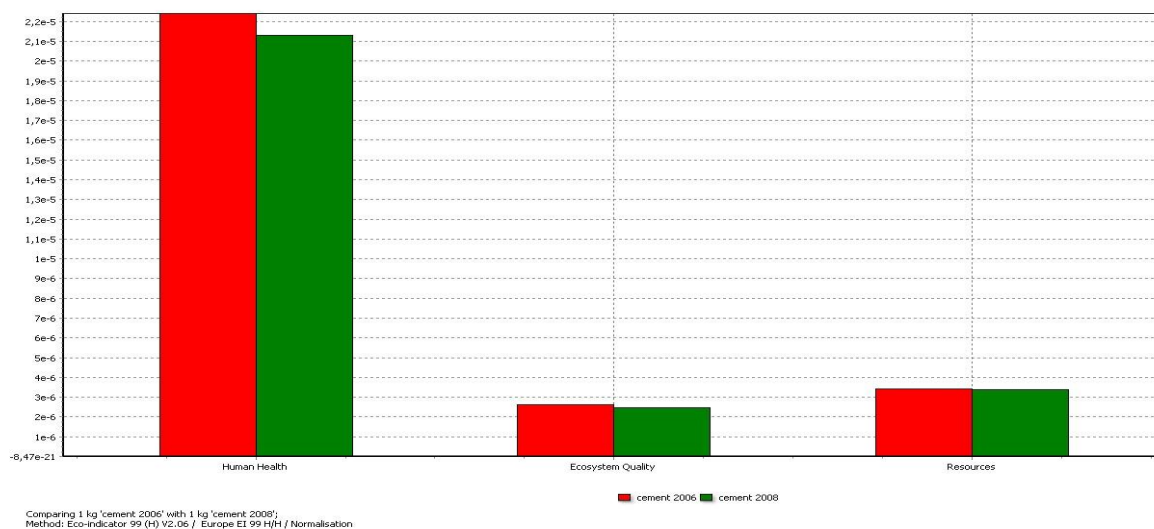
Tabulka 5 - Zdrojové data pro graf dopadů midpointů

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Karcinogenita	DALY	5,42471E-09	5,51707E-06
Resp. nemoci org.	DALY	1,71761E-11	1,72951E-08
Resp. nemoci anorg.	DALY	1,72092E-07	0,000185361
Změny klimatu	DALY	1,46442E-07	0,000149743
Ionizační záření	DALY	1,70193E-09	1,71269E-06
Úbytek stratosf.ozónu	DALY	8,52447E-12	8,57744E-09
Ekotocita	PAF*m2yr	0,003830815	4,06390213
Acidifikace/ Eutrofizace	PDF*m2yr	0,009867474	10,70947243
Zábor půdy	PDF*m2yr	0,002105982	2,119301838
Minerální zdroje	MJ surplus	2,23585E-06	0,002250422
Fosilní paliva	MJ surplus	0,02652632	26,75223625

7.6.2 Normalizace

Úkolem normalizace je posoudit, která kategorie dopadu je v daném případě výrazněji tasažena. Cílem normalizace je vyjádřit relativní významnost velikosti výsledků indikátorů kategorií dopadu mezi sebou a vyjádřit jejich rozdíly v podobě vhodné pro konečné posouzení.

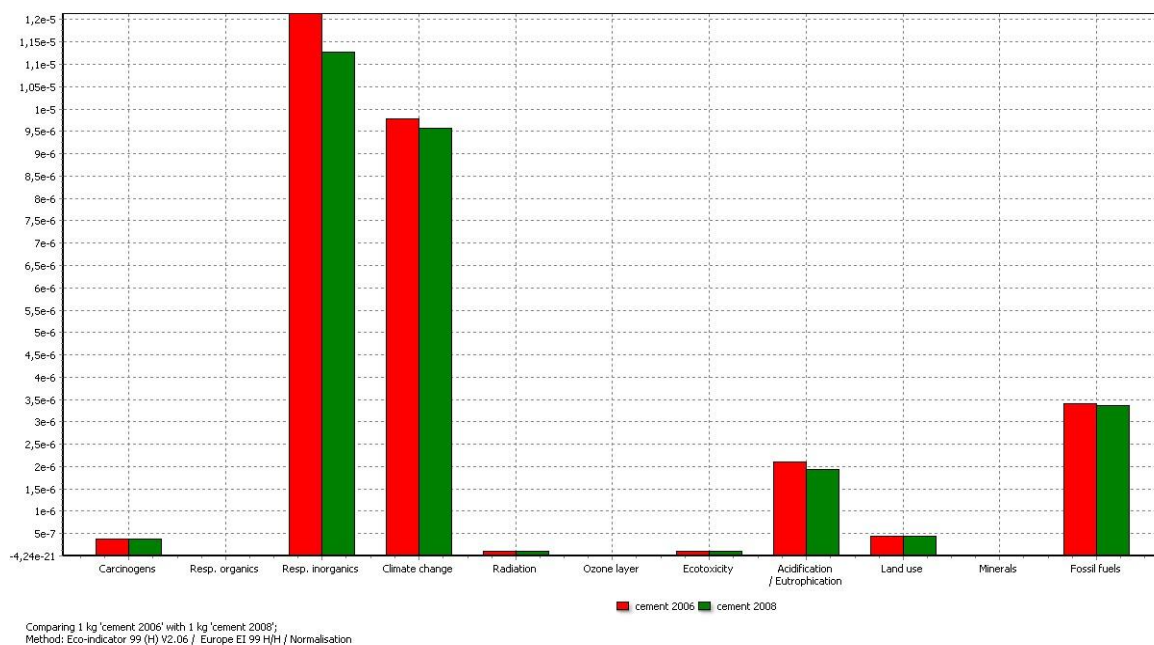
Graf 4 – Normalizace endpointů



Tabulka 6 – Zdrojová data pro grafu normalizace endpointů

Kategorie dopadu	Jednotka	cement 2008	cement 2006
Lidské zdraví	DALY	2,12022E-05	0,022287572
Kvalita ekosystému	PDF*m2yr	2,40952E-06	0,002580857
Zdroje	MJ surplus	3,1569E-06	0,003183784

Graf 5 – Normalizace midpointů



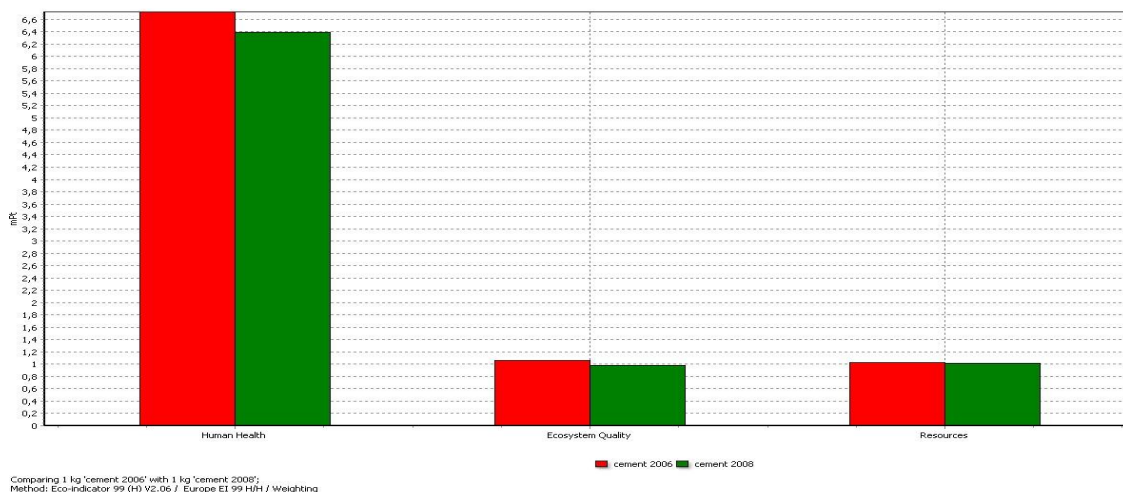
Tabulka 7 – Zdrojová data pro graf normalizace midpointů

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Karcinogenita		3,53149E-07	0,000359162
Resp. nemoci org.		1,11816E-09	1,12591E-06
Resp. nemoci anorg.		1,12032E-05	0,012066979
Změny klimatu		9,53337E-06	0,009748251
Ionizační záření		1,10796E-07	0,000111496
Úbytek stratosf.ozónu		5,54943E-10	5,58391E-07
Ekotocicita		7,47009E-08	7,92461E-05
Acidifikace/ Eutrofizace		1,92416E-06	0,002088347
Zábor půdy		4,10666E-07	0,000413264
Minerální zdroje		2,66066E-10	2,678E-07
Fosilní paliva		3,15663E-06	0,003183516

7.6.3 Vážení (weighting)

Je vyjadřování významnosti kategorie dopadu s ohledem na ekonomicko-sociální hlediska. I v případě, kdy jsou dva různé výsledky indikátoru kategorie dopadu po normalizaci stejné, nemusí být stejně závažný jejich sspoločenský význam. [3]

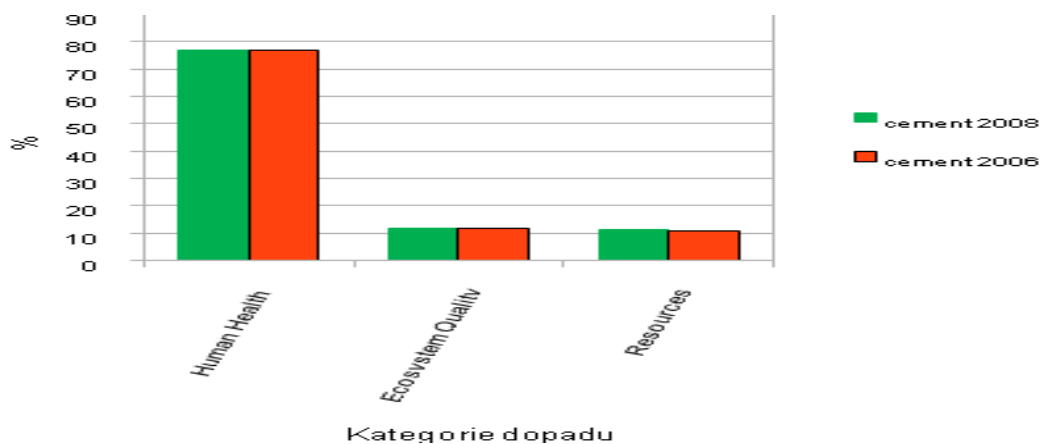
Graf 6 – Vážení endpointů



Tabulka 8 - Zdrojová data pro graf vážení endpointů

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Total	Pt	0,008271542	8,673749527
Lidské zdravý	Pt	0,006360662	6,686271523
Kvalita ekosystému	Pt	0,00096381	1,03234283
Zdroje	Pt	0,000947069	0,955135174

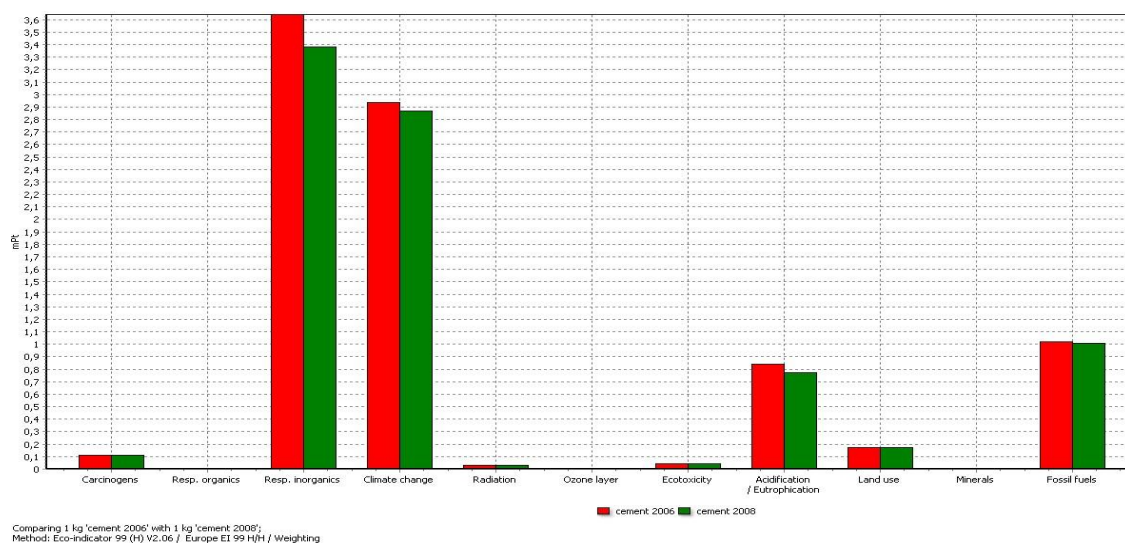
Graf 7 – Vážení endpointů [%]



Tabulka 9 – Zdrojová data pro graf endpointů [%]

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Total	%	100	100
Lidské zdravý	%	76,89814799	77,0862878
Kvalita ekosystému	%	11,65211916	11,90192115
Zdroje	%	11,44973285	11,01179105

Graf 8 – Vážení midpointů

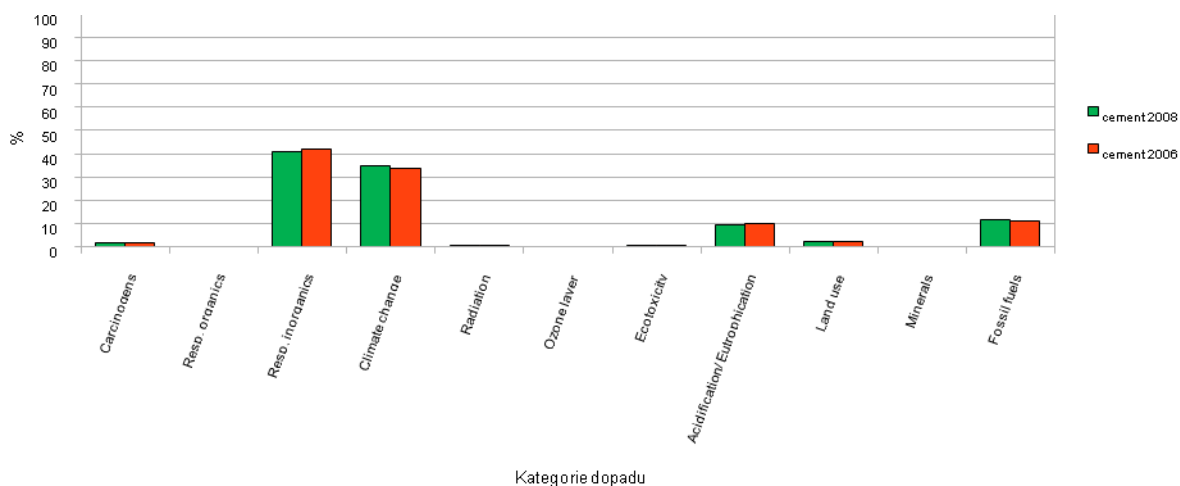


Obr. č.

Tabulka 10 – Zdrojová data pro graf midpointů

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Total	Pt	0,008271542	8,673749527
Karcinogenita	Pt	0,000105945	0,107748451
Resp. nemoci org.	Pt	3,35448E-07	0,000337774
Resp. nemoci anorg.	Pt	0,003360965	3,620093821
Změny klimatu	Pt	0,002860012	2,924475152
Ionizační záření	Pt	3,32388E-05	0,033448808
Úbytek stratosf.ozónu	Pt	1,66483E-07	0,000167517
Ekotocita	Pt	2,98804E-05	0,031698437
Acidifikace/ Eutrofizace	Pt	0,000769663	0,83533885
Zábor půdy	Pt	0,000164267	0,165305543
Minerální zdroje	Pt	7,98198E-08	8,03401E-05

Graf 9 – Vázení midpointů [%]



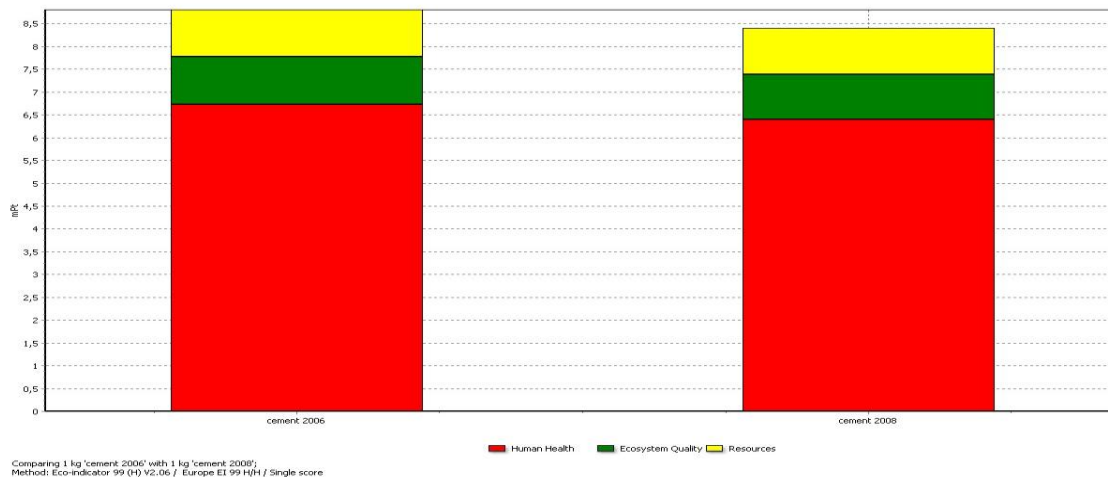
Tabulka 11 – Zdrojová data pro graf midpointů [%]

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Total	%	100	100
Karcinogenita	%	1,280832677	1,242236139
Resp. nemoci org.	%	0,004055453	0,003894207
Resp. nemoci anorg.	%	40,6328699	41,73620427
Změny klimatu	%	34,57653255	33,71638924
Ionizační záření	%	0,401844687	0,385632625
Úbytek stratosf.ozónu	%	0,00201272	0,001931315
Ekotocita	%	0,361242895	0,365452524
Acidifikace/ Eutrofizace	%	9,304951593	9,630654505
Zábor půdy	%	1,985924674	1,905814121
Minerální zdroje	%	0,000964993	0,000926244

7.6.4 Významnost jednotlivých procesů (single score)

V této části se ocení míry dopadu jednotlivých procesů zapojených v životním cyklu.

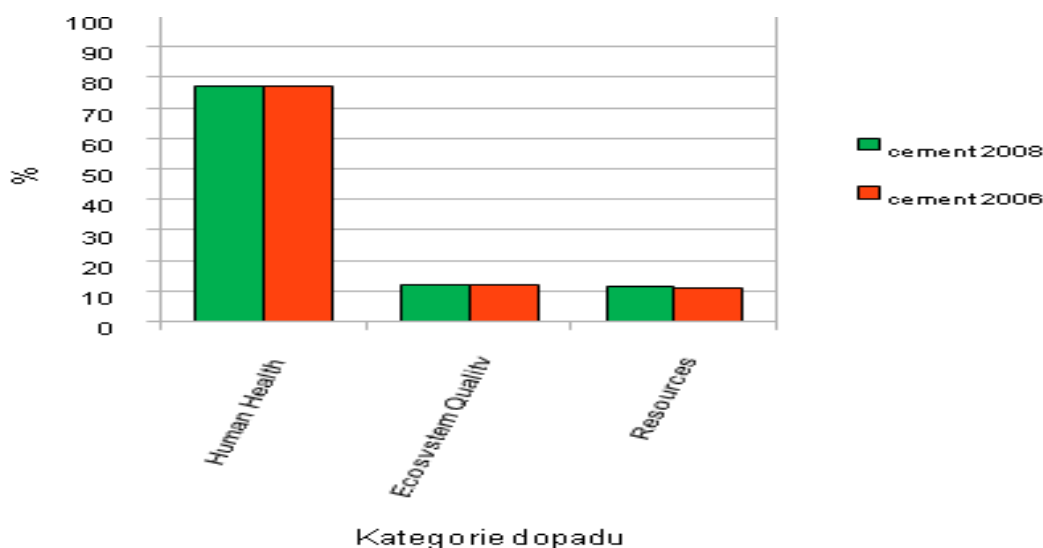
Graf 10 – Významnost procesů endpointů



Tabulka 12 – Zdrojová data pro graf významnosti procesů endpointů

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Total	Pt	0,008271542	8,673749527
Lidské zdravý	Pt	0,006360662	6,686271523
Kvalita ekosystému	Pt	0,00096381	1,03234283
Zdroje	Pt	0,000947069	0,955135174

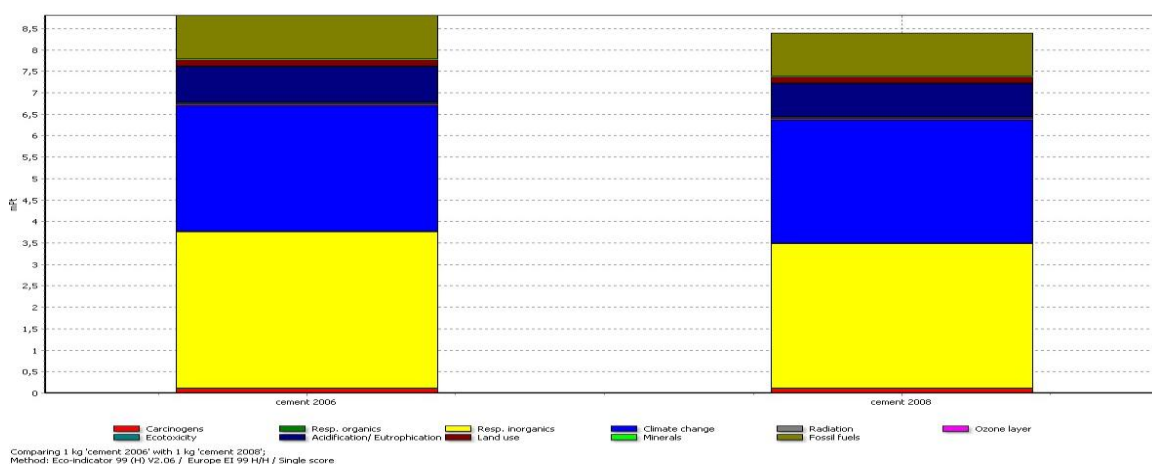
Graf 11 – Významnost procesů endpointů [%]



Tabulka 13 – Zdrojová data pro graf významnosti procesů [%]

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Total	%	100	100
Lidské zdravý	%	76,89814799	77,0862878
Kvalita ekosystému	%	11,65211916	11,90192115
Zdroje	%	11,44973285	11,01179105

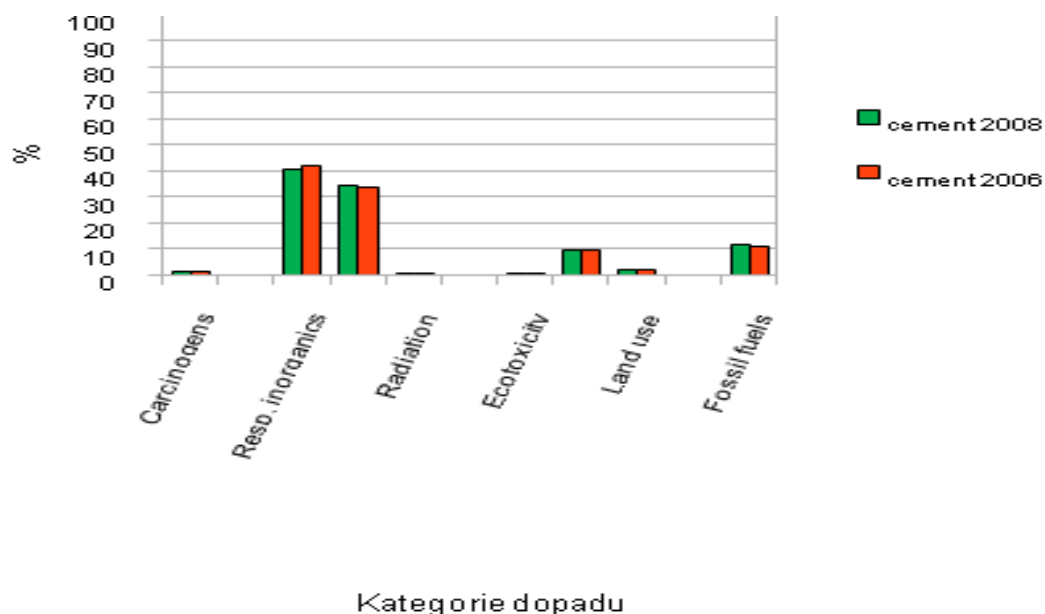
Graf 12 – Významnost procesů midpointů



Tabulka 14 – Zdrojová data pro graf významnosti procesů midpointů

Kategorie dopadu	Jednotky	cement 2008	cement 2006
Total	Pt	0,008271542	8,673749527
Karcinogenita	Pt	0,000105945	0,107748451
Resp. nemoci org.	Pt	3,35448E-07	0,000337774
Resp. nemoci anorg.	Pt	0,003360965	3,620093821
Změny klimatu	Pt	0,002860012	2,924475152
Ionizační záření	Pt	3,32388E-05	0,033448808
Úbytek stratosf.ozónu	Pt	1,66483E-07	0,000167517
Ekotocita	Pt	2,98804E-05	0,031698437
Acidifikace/ Eutrofizace	Pt	0,000769663	0,83533885
Zábor půdy	Pt	0,000164267	0,165305543
Minerální zdroje	Pt	7,98198E-08	8,03401E-05

Graf 13 – Významnost procesů midpointů [%]



Tabulka 15 – Zdrojová data pro graf významnosti procesů midpointů [%]

Kategorie dopadu	Jednotka	cement 2008	cement 2006
Total	%	100	100
Karcinogenita	%	1,280832677	1,242236139
Resp. nemoci org.	%	0,004055453	0,003894207
Resp. nemoci anorg.	%	40,6328699	41,73620427
Změny klimatu	%	34,57653255	33,71638924
Ionizační záření	%	0,401844687	0,385632625
Úbytek stratosf.ozónu	%	0,00201272	0,001931315
Ekotocita	%	0,361242895	0,365452524
Acidifikace/ Eutrofizace	%	9,304951593	9,630654505
Zábor půdy	%	1,985924674	1,905814121
Minerální zdroje	%	0,000964993	0,000926244

8. Interpretace výsledků

Z výstupů, které jsem získala z programu SimaPro je jednoznačné, že vliv výroby cementu má největší negativní dopady na zdraví obyvatelstva. Výroba cementu ovlivňuje řadu možných dopadů např. respirační onemocnění anorg., změnu klimatu, acidifikaci a eutrofizace. Z grafů je zřetelné, že firma zaznamenala jistý posun k lepšímu od roku 2006, ale i tak je negativní ovlivnění jednoznačně největší v těchto kategoriích dopadu.

9. Závěr

V práci byly zpracovány všechny dostupné informace, které bylo možné získat z podniku, všech dostupných literárních a internetových zdrojů. Je v ní popsána historie metody LCA, její současná podoba, využití i software.

Největší problém při zpracovávání diplomové práce bylo získávání potřebných dat. Jelikož je cement nepostradatelný, vidím velikou perspektivu ve zpracovávání takových studií a ověřování si dopadů na životní prostředí při jeho výrobě. V mém případě je z interpretace výsledků jasné, že podnik během sledovaných let výrobní proces inovoval a tím zmenšil škodlivé dopady nejen na životní prostředí, ale například i na zdraví lidí.

Použité zdroje a literatura

- [1] Považská cementáreň, Ladce a. s. [online]. [cit. 14.3.2010] Dostupný na: <http://www.pcla.sk/index.php?doc=51>
- [2] ČSN EN ISO 14040: *Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 36 s.
- [3] Kočí, V.: *Posuzování životního cyklu- Life Cycle Assessment – LCA*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor spol. s.r.o., 2009
- [4] ETC Consulting Group s.r.o, [online]. [cit. 24.3.2010] *LIFE cycle ASSESSEMENT* Dostupný na: <http://www.lca.cz/cz/106-co-je-lca>
- [5] KODYMOVÁ, J. Hodnocení životního cyklu ocelových konstrukcí. Doktorská disertační práce. Ostrava: VŠB-TUO, 2008. 131 s. + přílohy
- [6] KRČMA, Miroslav, KOUBSKÝ, Jan, HANUS, Robert. *Inovace výrobků a jejich systémů – příručka LCA*, CIR, 2004
- [7] *Metoda LCA - posuzování životního cyklu* [online]. [cit. 24.3.2010] Dostupný na: http://platforma.usv-partner.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=4
- [8] Holcim Česko, výrobce cementu, [online]. [cit. 24.3.2010] <http://www.holcim.cz/CZ/CZ/id/34399/mod/gnm20/page/editorial.html>
- [9] STARÁ, L. Hodnocení dopadů čistírny odpadních vod na životní prostředí pomocí metody LCA. Diplomová práce. Ostrava: VŠB-TUO, 2009. 49 s. + přílohy
- [10] Ministerstvo životního prostředí BREF [online]. [cit. 24.3.2010] Dostupný na: <http://ippc.cz/dokumenty/DC004.html>

- [11] PRé consultants. PRé Consultants: Life Cycle Assessment consultancy and LCA software tools. *PRé Consultants: Life Cycle consultancy and software solutions*. [Online] PRé consultants, 2010. [cit. 24.3.2010] <http://www.pre.nl/pre/default.htm>.

11. Seznam obrázků

Obr. č. 1 Schéma posuzování životního cyklu podle normy ČSN EN ISO 14040

Obr. č.2 Schéma životního cyklu výrobku a jeho fáze [6]

Obr. č.3 Spalovací zařízení, interní dokumentace podniku

Obr. č.4 Použité pneumatiky využívaná při spalování, interní dokumentace

Obr. č.5 Použité pneumatiky využívaná při spalování, interní dokumentace

Obr. č.6 Pohled na část spalovacího zařízení, interní dokumentace

Obr. č.7 Pohled na část spalovacího zařízení, interní dokumentace

Obr. č.8 Pohled na část areálu podniku, interní dokumentace

Obr. č.9 Výměník, interní dokumentace

Obr. č.10 Pohled na část areálu podniku, interní dokumentace

Obr. č.11,12 Postup těžby materiálu[8]

Obr. č.13 Schéma zpracování materiálu na cement[8]

Obr. č.14 Schéma zpracování materiálu na cement[8]

Obr. č.15 Schéma zpracování materiálu na cement[8]

Obr. č.16 Grafický souhrn vstupů a výstupů

Obr. č.17 Grafický souhrn vstupů a výstupů

12. Seznam grafů

Graf 1 – Dopady životního cyklu do jednotlivých kategorií dopadu

Graf 2 – Dopady životního cyklu do jednotlivých kategorií dopadu endpointů

Graf 3 – Dopady životního cyklu do jednotlivých kategorií dopadu midpointů

Graf 4 – Normalizace endpointů

Graf 5 – Normalizace midpointů

Graf 6 – Vážení endpointů

Graf 7 – Vážení endpointů [%]

Graf 8 – Vážení midpointů

Graf 9 – Vážení midpointů [%]

Graf 10 – Významnost procesů endpointů

Graf 11 – Významnost procesů endpointů [%]

Graf 12 – Významnost procesů midpointů

Graf 13 – Významnost procesů midpointů [%]

13. Seznam tabulek

Tabulka 1 - Přehled použitých jednotek

Tabulka 2 - Inventarizační tabulka

Tabulka 3 – Zdrojové data pro graf dopadů

Tabulka 4 - Zdrojové data pro graf dopadů endpointů

Tabulka 5 - Zdrojové data pro graf dopadů midpointů

Tabulka 6 – Zdrojová data pro grafu normalizace endpointů

Tabulka 7 – Zdrojová data pro graf normalizace midpointů

Tabulka 8 - Zdrojová data pro graf vážení endpointů

Tabulka 9 – Zdrojová data pro graf endpointů [%]

Tabulka 10 – Zdrojová data pro graf midpointů

Tabulka 11 – Zdrojová data pro graf midpointů [%]

Tabulka 12 – Zdrojová data pro graf významnosti procesů endpointů

Tabulka 13 – Zdrojová data pro graf významnosti procesů [%]

Tabulka 14 – Zdrojová data pro graf významnosti procesů midpointů

Tabulka 15 – Zdrojová data pro graf významnosti procesů midpointů [%]

14. Seznam použitých zkratk

ŽP – životní prostředí

SR – Slovenská republika

LCA - Life Cycle Assessment

N₂O – Oxid dusný

CO₂ – Oxid uhličitý

CH₄ - Methan

CaCO₃ - uhličitan vápenatý

TAP - Tuhá alternativní paliva

TUR - trvale udržitelný rozvoj

NO₂ – Oxid dusičitý

SO₄ – Oxid siřičitý

HCl – kyselina chlorovodíková

15. Seznam příloh

K práci jsou přiložené inventarizační tabulky, síťové diagramy a CD.